

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

ХЕРСОНСЬКИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ

Кафедра теплотехніки

T7518



ЗАТВЕРДЖЕНО

Заступник директора
з навчальної роботи
к.т.н., професор О.М. Дудченко

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

НАГНІТАЛЬНІ, КОМПРЕСОРНІ, РОЗШИРЮВАЛЬНІ МАШИНИ

Pumping, Compressor, and Expansion Machines

рівень вищої освіти *перший (бакалаврський)*

тип дисципліни *обов'язкова*

мова викладання *українська*

Херсон – 2023

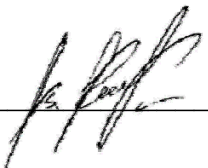
Робоча програма навчальної дисципліни «Нагнітальні, компресорні, розширювальні машини» є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань 14 «Електрична інженерія» спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування» освітньо-професійної програми «Холодильні машини і установки».

« 24 » серпня 2023 року – 22 с.

Розробник: Самохвалов В. С., к.т.н., доцент кафедри теплотехніки

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Нагнітальні, компресорні, розширювальні машини» з гарантом освітньої програми

Гарант освітньої програми
«Холодильні машини і установки»
к.т.н., доцент без вч. звання



І.В. Калініченко

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Нагнітальні, компресорні, розширювальні машини» розглянуто на засіданні кафедри теплотехніки

Протокол № 01 від « 28 » серпня 2023 р.

В.о. завідувача кафедри теплотехніки



Г.О. Кобалава

Робоча програма навчальної дисципліни «Нагнітальні, компресорні, розширювальні машини» затверджена методичною радою ХННІ НУК

Протокол № 01 від « 29 » серпня 2023 р.

Голова МР ХННІ НУК



О.М. Дудченко

© Самохвалов В. С., 2023
© ХННІ НУК, 2023

ЗМІСТ

Вступ	
1. Опис навчальної дисципліни.....	5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни	6
3. Передумови для вивчення дисципліни.....	6
4. Очікувані результати навчання.....	6
5. Програма навчальної дисципліни.....	8
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування.....	15
7. Форми поточного та підсумкового контролю	15
8. Критерії оцінювання результатів навчання	19
9. Засоби навчання	20
10. Рекомендовані джерела інформації	20
Додатки.....	22

ВСТУП

Анотація

Дисципліною «Нагнітальні, компресорні, розширювальні машини» підготовки за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти передбачено набуття здобувачами вищої освіти здатності самостійно виконувати необхідні розрахунки при проектуванні або виборі: нагнітальних агрегатів для різних галузей промисловості, компресорного обладнання для енергетичних та технологічних систем, розширювальних машин з урахуванням специфіки робочих середовищ та умов експлуатації.

Студенти оволодівають методиками розрахунку основних параметрів, зокрема: продуктивності машин, потужності приводу, коефіцієнта корисної дії, теплових та газодинамічних характеристик.

Опанування дисципліни формує у здобувачів вищої освіти професійні компетентності з проектування, підбору та експлуатації сучасного машинобудівного обладнання, здатність приймати обґрунтовані технічні рішення в умовах реального виробництва.

Для успішного вивчення дисципліни «Нагнітальні, компресорні, розширювальні машини» студент повинен володіти: теоретичною та практичною базою дисциплін Технічна термодинаміка, Тепломасообмін, Вища математика, Гідрогазодинаміка, а також Іноземна мова за професійним спрямуванням для якісного опрацювання джерел, які написані англійською мовою.

Ключові слова: компресори, вентилятори, насоси, робоче середовище, машинобудування.

Annotation

The discipline "Pumping, Compressor, and Expansion Machines" in the first (bachelor's) level of higher education provides students with the ability to independently perform necessary calculations when designing or selecting: pumping units for various industrial sectors, compressor equipment for energy and technological systems, and expansion machines, taking into account the specifics of working environments and operating conditions.

Students master the methods of calculating key parameters, including: machine productivity, drive power, efficiency coefficient, thermal and gas-dynamic characteristics.

Mastering the discipline forms professional competencies in students for designing, selecting, and operating modern machine-building equipment, and the ability to make well-founded technical decisions in real production conditions.

To successfully study the discipline "Pumping, Compressor, and Expansion Machines," a student must possess the theoretical and practical foundation of the disciplines Technical Thermodynamics, Heat and Mass Transfer, Higher Mathematics, Hydrogas Dynamics, as well as Professional Foreign Language (English) for qualitative processing of sources written in English.

Key words: compressors, fans, pumps, working environment, mechanical engineering.

1. Опис навчальної дисципліни

Опис навчальної дисципліни наведений в табл. 1.

Таблиця 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів: 5	Галузь знань 14 «Електрична інженерія»	Обов'язкова	
Модулів – 1		Рік підготовки	
Змістових модулів – 2		3-й	
Електронна адреса РПНД на сайті ХННІ НУК http://kb.nuos.edu.ua/Licensing%20and%20accreditation%20specialties/refrigerating-machines-and-installations-b.html	Спеціальність 142 «Енергетичне машинобудування» Освітня програма «Холодильні машини і установки»	Семестр	
Індивідуальне науково-дослідне завдання: –		5-й	
Загальна кількість годин: 150		Лекції	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4; самостійної роботи здобувача – 6		30 годин	10 годин
		Практичні роботи	
		15 годин	4 години
		Лабораторні роботи	
	15 годин	4 години	
	Самостійна робота		
	90 годин	132 годин	
	Індивідуальні завдання		
	–		
	Вид контролю:		
	Екзамен, курсова робота		
	Форма контролю: комбінована (письмовий контроль, тестовий контроль)		

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою освоєння дисципліни «Нагнітальні, компресорні, розширювальні машини» є набуття знань про насоси, вентилятори, компресори та процеси, які в них відбуваються. Згідно зі Стандартом вищої освіти України, затвердженим Наказом Міністерства освіти і науки України від 19.10.2018 № 1136 вивчення означеної дисципліни сприятиме формуванню в студентів таких компетентностей:

Інтегральна компетентність

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі і практичні проблеми у галузі енергетичного машинобудування або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій тепломасообміну, технічної термодинаміки, гідрогазодинаміки, трансформації (перетворення) енергії, технічної механіки та методів відповідних наук і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності:

ЗК4. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК8. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК9. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

Спеціальні (фахові) компетентності:

ФК4. Здатність застосовувати стандартні методи розрахунку при проектуванні деталей і вузлів енергетичного і технологічного обладнання.

ФК5. Здатність розробляти енергозберігаючі технології та енергоощадні заходи під час проектування та експлуатації енергетичного і теплотехнологічного обладнання.

ФК8. Здатність визначати режими експлуатації енергетичного та теплотехнологічного обладнання та застосовувати способи раціонального використання сировинних, енергетичних та інших видів ресурсів.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення даної дисципліни є дисципліни: Технічна термодинаміка, Тепломасообмін, Вища математика, Гідрогазодинаміка, а також Іноземна мова за професійним спрямуванням, що викладаються здобувачам вищої освіти першого (бакалаврського) рівня.

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у здобувача вищої освіти таких результатів навчання:

ПР2. Знання і розуміння інженерних наук на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми, в тому числі певна обізнаність в останніх досягненнях.

ПР4. Застосовувати інженерні технології, процеси, системи і обладнання відповідно до спеціальності 142 Енергетичне машинобудування; обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати таких досліджень.

ПР6. Розробляти і проєктувати вироби в галузі енергетичного машинобудування, процеси і системи, що задовольняють конкретні вимоги, які можуть включати обізнаність про нетехнічні (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) аспекти; обрання і застосовування адекватної методології проєктування.

ПР8. Використовувати наукові бази даних та інші відповідні джерела інформації, здійснювати моделювання з метою детального вивчення і дослідження інженерних питань принаймні в одному з напрямів енергетичного машинобудування.

ПР11. Розуміння застосовуваних методик проєктування і досліджень у сфері енергетичного машинобудування, а також їх обмежень.

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовий модуль 1. Загальні відомості про нагнітачі. Поршневі та гвинтові компресори.

Тема 1. Поняття про нагнітачі та їх класифікація. Області застосування насосів, вентиляторів, компресорів, детандерів. Основні принципи дій. Способи стиску. Основні показники роботи. Теоретичні процеси. Надлишковий об'єм та надлишкова робота.

Джерела інформації: [1], [2], [3], [5].

Тема 2. Поршневі компресори. Ступені поршневого компресора. Індикаторна діаграма поршневого компресора. Вплив клапанів, коливання тиску, витічок, теплообміну на їх форму. Коефіцієнт подачі.

Джерела інформації: [1], [3].

Тема 3. Регулювання подачі поршневих компресорів. Вимоги. Діяння щодо всмоктуючі клапанів. Відтиснення клапанів.

Джерела інформації: [1], [3].

Тема 4. Гвинтові компресори та насоси. Загальні відомості. Класифікація. Принцип дії. Елементи та вузли машин.

Джерела інформації: [1], [5], [6].

Тема 5. Потужність гвинтового компресора. Ступінь підвищення тиску. Втрати в гвинтових машинах.

Джерела інформації: [1], [5].

Тема 6. Регулювання гвинтових компресорів. Дроселювання, перепуск, зміна кількості обертів гвинтів. Золотникове регулювання.

Джерела інформації: [1], [5].

Змістовий модуль 2. Спіральні та пластинчасті компресори. Ротаційні нагнітальні та компресорні машини. Відцентрові нагнітаючі компресори, вентилятори, насоси.

Тема 7. Пластинчаті (шиберні) компресори. Схема, принцип дії. Особливості масло заповнених компресорів. Спіральні компресори.

Джерела інформації: [1], [8].

Тема 8. Регулювання подачі дією на привід, комунікацію (мережу), приєднанням додаткових порожнин, зменшенням ходу поршня. Комбіновані способи.

Джерела інформації: [1], [2], [8].

Тема 9. Багатоступінчатий стиск. Охолодження в нагнітальних машинах. Економія роботи. Попереднє, внутрішнє, проміжне та кінцеве охолодження.

Джерела інформації: [1], [3], [6].

Тема 10. Перше начало термодинаміки стосовно нагнітальної машини. Ізотермний, ізоентропний, адіабатний та політропний процеси стиску. Робота стиску. Витрати роботи.

Джерела інформації: [1], [2], [5].

Тема 11. Характеристики нагнітальних машин та мереж. Робота машини на мережу. Регулювання дроселюванням за входу. Помпаж в лопатевих машинах кінетичної дії.

Джерела інформації: [1], [2], [5].

Тема 12. Регулювання дроселюванням за виходу, зміненням частоти обертання колеса, поворотними дифузорами, вхідним поворотним направляючим апаратом.

Джерела інформації: [4], [6].

Тема 13. Розширювальні машини. Загальні властивості та типи розширювальних машин. Детандери. Турбодетандери. Принцип дії, класифікація. Трикутники швидкостей. Застосування турбодетандерів в холодильній техніці.

Джерела інформації: [1], [4], [5], [7].

Тема 14. Схема проточної частини відцентрового компресора, принцип дії, трикутники швидкостей. Різновиди вхідних пристроїв, робочих коліс дифузорів, тощо. Елементи відцентрових машин.

Джерела інформації: [4], [5], [6].

Тема 15. Особливості роботи та конструкції відцентрових вентиляторів та насосів. Форми робочих лопаток. Кавітація та осьове зусилля в насосах. Елементи та вузли машини (робочі колеса, лопатки, диски).

Джерело інформації: [6], [9].

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма					заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		л	лаб	пр	с.р.		л	лаб	пр	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Модуль 1										
Змістовий модуль 1. Загальні відомості про нагнітачі. Поршневі та гвинтові компресори.										
Тема 1. Поняття про нагнітачі та їх класифікація. Области застосування насосів, вентиляторів, компресорів, детандерів. Основні принципи дій. Способи стиску. Основні показники роботи. Теоретичні процеси. Надлишковий об'єм та надлишкова робота.	7	2	-	-	3	10	2	-	-	8
Тема 2. Поршневі компресори. Ступені поршневого компресора. Індикаторна діаграма поршневого компресора. Вплив клапанів, коливання тиску, витічок, теплообміну на їх форму. Коефіцієнт подачі.	9	2	-	2	3	8	2	-	-	6
Тема 3. Регулювання подачі поршневих компресорів. Вимоги. Діяння щодо всмоктуючі клапанів. Відтиснення клапанів.	11	2	2	2	3	8	-	-	-	8
Тема 4. Гвинтові компресори та насоси. Загальні відомості. Класифікація. Принцип дії. Елементи та вузли машин.	9	2	2	-	3	7	-	-	-	7
Тема 5. Потужність гвинтового компресора. Ступінь підвищення тиску. Втрати в гвинтових машинах.	14	2	4	2	3	6	-	-	-	6
Тема 6. Регулювання гвинтових компресорів. Дроселювання, перепуск, зміна кількості обертів гвинтів. Золотникове регулювання.	10	2	-	2	2	6	-	-	-	6
Разом за змістовим модулем 1	45	12	8	8	17	45	4	-	-	41

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Змістовний модуль 2. Спіральні та пластинчасті компресори. Ротаційні нагнітальні та компресорні машини. Відцентрові нагнітаючі компресори, вентилятори, насоси.										
Тема 7. Пластинчасті (шиберні) компресори. Схема, принцип дії. Особливості масло заповнених компресорів. Спіральні компресори.	9	2	-	2	5	10	-	-	-	10
Тема 8. Регулювання подачі дією на привід, комунікацію (мережу), приєднанням додаткових порожнин, зменшенням ходу поршня. Комбіновані способи.	7	2	-	-	5	10	-	-	-	10
Тема 9. Багатоступінчатий стиск. Охолодження в нагнітальних машинах. Економія роботи. Попереднє, внутрішнє, проміжне та кінцеве охолодження.	7	2	-	-	4	16	2	2	2	10
Тема 10. Перше начало термодинаміки стосовно нагнітальної машини. Ізотермний, ізоентропний, адіабатний та політропний процеси стиску. Робота стиску. Витрати роботи.	6	2	-	-	5	10	-	-	-	10
Тема 11. Характеристики нагнітальних машин та мереж. Робота машини на мережу. Регулювання дроселюванням за входу. Помпаж в лопатевих машинах кінетичної дії.	9	2	2	-	4	16	2	2	2	10
Тема 12. Регулювання дроселюванням за виходу, змінням частоти обертання колеса, поворотними дифузорами, вхідним поворотним направляючим апаратом.	9	2	2	-	5	10	-	-	-	10
Тема 13. Розширювальні машини. Загальні властивості та типи розширювальних машин. Детандери. Турбодетандери. Принцип дії, класифікація. Трикутники швидкостей. Застосування турбодетандерів в холодильній техніці.	9	2	-	2	5	12	2	-	-	10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Тема 14. Схема проточної частини відцентрового компресора, принцип дії, трикутники швидкостей. Різновиди входних пристроїв, робочих коліс дифузорів, тощо. Елементи відцентрових машин.	10	2	-	3	5	10	-	-	-	10
Тема 15. Особливості роботи та конструкції відцентрових вентиляторів та насосів. Форми робочих лопаток. Кавітація та осьове зусилля в насосах. Елементи та вузли машини (робочі колеса, лопатки, диски).	9	2	3	-	5	11	-	-	-	11
Разом за змістовим модулем 2	105	18	7	7	73	105	6	4	4	91
Разом	150	30	15	15	90	150	10	4	4	132

Примітка: л – лекції; лаб – лабораторні роботи; пр – практичні заняття; с.р. – самостійна робота студентів.

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
1	Принцип дії нагнітальної машини. Процеси. Класифікація. Области застосування. Склад та принцип дії поршневого компресора. Індикаторна діаграма. Коефіцієнт подачі.	2	–
2	Конструкції поршневих компресорів.	2	2
3	Гвинтові нагнітальні машини. Склад, принцип дії, конструкції, особливості.	2	–
4	Особливості масло заповнених гвинтових компресорів. Регулювання.	2	–
5	Спиральні компресори. Склад, принцип дії. Пластинчаті компресори.	2	–
6	Осьові компресори та вентилятори. Регулювання. Турбодетандери.	2	–
7	Відцентрові нагнітачі та компресори. Склад, принцип дії, конструкції. Відцентрові вентилятори та насоси. Особливості процесів та конструкцій. Особливості застосування.	3	2
Разом		15	4

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
1	Вступне заняття. Інструктаж з техніки безпеки та охорони праці під час дослідження та експлуатації обладнання. Випробування водокільцевого насосу в режимі нагнітання та в режимі вакуумування.	4	2
2	Основні відомості, порядок проведення, технічна безпека. Методи дослідження відцентрових машин, прилади та апаратура, що застосовується за досліджень.	2	–
3	Визначення основних характеристик робочого колеса.	2	–
4	Випробування відцентрового нагнітача з безлопатеvim та лопатеvim дифузорами.	2	2
5	Регулювання відцентрової машини дроселюванням.	2	–
6	Регулювання відцентрової машини за допомогою ірисової діафрагми.	3	–
Разом		15	4

Самостійна робота

До основних форм самостійної роботи студента при вивченні даної дисципліни відносяться:

- опрацювання лекційного матеріалу і самостійне вивчення окремих розділів з рекомендованої літератури;

- підготовка до виконання лабораторних та практичних робіт.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
1	Поняття про нагнітачі та їх класифікація. Области застосування насосів, вентиляторів, компресорів, детандерів. Основні принципи дії.	3	8
2	Поршневі компресори. Ступені поршневого компресора. Індикаторна діаграма поршневого компресора.	3	6
3	Регулювання подачі поршневих компресорів.	3	8
4	Гвинтові компресори та насоси. Загальні відомості. Класифікація. Принцип дії.	3	7
5	Потужність гвинтового компресора. Ступінь підвищення тиску. Втрати в гвинтових машинах.	3	6
6	Регулювання гвинтових компресорів.	2	6
7	Пластинчаті (шиберні) компресори. Схема, принцип дії.	5	10
8	Регулювання подачі дією на привід, комунікацію (мережу), приєднанням додаткових порожнин, зменшенням ходу поршня. Комбіновані способи.	5	10
9	Охолодження в нагнітальних машинах. Економія роботи.	4	10
10	Перше начало термодинаміки стосовно нагнітальної машини.	5	10
11	Характеристики нагнітальних машин та мереж. Робота машини на мережу.	4	10
12	Регулювання дроселюванням за виходу, зміненням частоти обертання колеса, поворотними дифузорами, вхідним поворотним направляючим апаратом.	5	10
13	Розширювальні машини.	5	10
14	Схема проточної частини відцентрового компресора, принцип дії.	5	10
15	Особливості роботи та конструкції відцентрових вентиляторів та насосів.	5	11
Разом		90	132

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

Методи навчання:

для всіх видів занять:

- робота з літературою – опрацювання різних видів джерел, спрямоване на формування нових знань, їх закріплення, вироблення вмінь і навичок та реалізацію контрольної-корекційної функції в умовах формальної освіти;

для лекційних занять:

- лекція – усний виклад навчального матеріалу, який характеризується великим обсягом, складністю логічних побудов, сконцентрованістю розумових образів, доведень і узагальнень;

- відеометод – використання відеоматеріалів для активізації наочно-чуттєвого сприймання; забезпечує більш легке і міцне засвоєння знань в їх образно-понятійній цілісності та емоційній забарвленості;

для практичних занять:

- практичне заняття – метод поглиблення і закріплення теоретичних знань шляхом рішення задач, побудови схем, вивчення устрою та роботи конкретних одиниць обладнання;

для курсової роботи:

- закріплення набутих навичок та їхнє практичне застосування при проектуванні систем теплопостачання та виборі теплогенеруючого обладнання та теплової мережі;

- визначення техніко-економічної доцільності спорудження нового або реконструкції діючого підприємства;

- знання основних принципів розміщення підприємств теплоенергетики.

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є:

- представлення вирішених задач;
- усні відповіді на практичних заняттях;
- поточні модульні контрольні роботи у формі тестування (тестовий контроль);
- захист курсової роботи, екзамен.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення студента оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки заключного іспиту.

Питома вага заключного іспиту в загальній системі оцінок – **40 балів**. Право здавати заключний іспит надається студенту, який з урахуванням максимальних балів проміжних оцінок і заключного іспиту набирає не менше **60 балів**. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки іспиту.

Поточний контроль проводиться на кожному практичному занятті та за результатами виконання завдань самостійної роботи. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми (у тому числі,

самостійно опрацьованого матеріалу) під час виконання завдань практичних робіт.

Зарахування кредитів навчального курсу можливо тільки після досягнення результатів, запланованих РПНД, що виражається в одній з позитивних оцінок, передбачених чинним законодавством.

Форми контролю результатів навчальної діяльності студентів та їх оцінювання

Критерії оцінювання практичних та лабораторних робіт

Бал	Критерії оцінювання
5 (10)	Робота виконана у встановлений термін. Виконана самостійно, згідно з методикою проведення розрахунків, представлені рішення задач, задачі вирішені правильно, без помилок.
4 (8)	Робота виконана у встановлений термін. Студент виконує практичну роботу згідно з методикою проведення розрахунків, іноді після консультації викладача; представлені рішення задач, задачі вирішені без грубих похибок.
3 (6)	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує практичну роботу згідно з методикою проведення розрахунків, іноді після консультації викладача; задачі мають неточності та похибки.
2 (4)	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує практичну роботу згідно з методикою проведення розрахунків; задачі вирішені не повністю.
1 (2)	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент не вміє користуватися методикою розрахунків; задачі не вирішені.
0	Робота не виконувалася.

Критерії оцінювання поточного модульного контролю знань у формі тестування

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Бал	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Критерії оцінювання підсумкового контролю та екзамену

Бал	Критерії оцінювання
40	Студент виконав підсумкову роботу, відповів на питання без помилок, вирішив задачу.
30	Студент виконав підсумкову роботу без помилок, вирішив задачу, але відповіді на питання не повні.
20	Студент орієнтується у теоретичних питаннях, але недостатньо володіє методами розрахунків.
10	Студент слабо орієнтується у теоретичних питаннях і недостатньо володіє методами розрахунків.
0	Студент не володіє теоретичним матеріалом дисципліни, не розв'язує задачі, не відповідає на питання.

Узагальнюючі результати поточного контролю знань

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Виконання практичних робіт	7 роб. × 5 балів = 35 балів	2 роб. × 5 балів = 10 балів
Виконання лабораторних робіт	6 роб. × 2,5 балів = 15 балів	2 роб. × 2,5 балів = 5 балів
Поточний модульний контроль	2 × 5 бали = 10 балів	2 × 5 бали = 10 балів
Виконання контрольних робіт	-	35 балів
Всього	60	60

Критерії оцінювання курсової роботи

Параметри оцінювання	Кількість балів	Критерії оцінювання
Пояснювальна записка	40	<p>Зміст роботи відповідає обраній темі; наявність чітко сформульованої проблеми; адекватність дослідження предметної галузі; визначення ступеню розробленості проблеми дослідження; дотримання методики розрахунку та адекватність отриманих результатів, наявність посилань на використану літературу та відповідність стандартам оформлення роботи; відповідність висновків меті та завданням курсової роботи.</p> <p>Робота виконувалась систематично та вчасно подана на перевірку керівнику у відповідності із планом виконання курсової роботи.</p>
	35	<p>Зміст роботи відповідає обраній темі; наявність чітко сформульованої проблеми; адекватність дослідження предметної галузі; дотримання методики розрахунку та адекватність отриманих результатів, наявність посилань на використану літературу та відповідність стандартам оформлення роботи; відповідність висновків меті та завданням курсової роботи.</p> <p>Робота виконувалась систематично, але подана на перевірку керівнику з порушенням плану виконання курсової роботи.</p>
	30	<p>Зміст роботи відповідає обраній темі, але має поверхневий аналіз, матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано; не дотримано методики розрахунку, наявність посилань на</p>

		<p>використану літературу та відповідність стандартам оформлення роботи; відповідність висновків меті та завданням курсової роботи.</p> <p>Робота виконувалась не систематично та подана на перевірку керівнику з порушенням плану виконання курсової роботи.</p>
	20	<p>Робота, оформлена за вимогами, які пред'являються до курсових робіт, але має недостатньо критичний аналіз, матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано. Основні тези роботи розкриті, але недостатньо обґрунтовані, нечітко сформульовано висновки, пропозиції і рекомендації.</p> <p>Робота виконувалась не систематично та подана на перевірку керівнику з порушенням плану виконання курсової роботи.</p>
	10	<p>Студент відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень, але лише за допомогою викладача може виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих. В роботі немає конкретних висновків.</p> <p>Робота виконувалась не систематично та подана на перевірку керівнику з порушенням плану виконання курсової роботи.</p>
	0	Робота не виконувалась.
Графічна частина	20	Розроблено конструктивну схему та побудовано процеси відповідно до завдань роботи без помилок. Графічна частина роботи виконана у відповідності до вимог ЄСКД.
	15	Розроблено конструктивну схему та побудовано процеси відповідно до завдань роботи без помилок. Графічна частина роботи виконана з незначними невідповідностями до вимог ЄСКД.
	10	Конструктивна схема та графіки процесів побудовано з незначними помилками. Графічна частина роботи виконана з незначними невідповідностями до вимог ЄСКД.
	5	Конструктивна схема та графіки процесів побудовані з помилками. Графічна частина роботи виконана на низькому рівні та не відповідає вимогам ЄСКД.
	0	Робота не виконувалась.
Захист роботи	40	Доповідь логічно побудована, студент чітко

		та стисло викладає основні результати виконання роботи, показує глибокі знання з питань теми, оперує даними дослідження, вносить пропозиції по темі роботи, під час доповіді вміло використовує презентацію, впевнено і докладно відповідає на поставлені запитання.
	30	Студент спроможний чітко та стисло викласти основні результати виконання роботи, дає правильні відповіді на всі запитання, але не завжди упевнений в аргументації, чи не завжди коректно її формулює.
	20	Студент спроможний чітко та стисло викласти основні результати виконання роботи але допускає суттєві неточності у відповідях на запитання, не завжди належно обґрунтовує положення роботи.
	10	Студент непорядковано викладає основні результати виконання роботи, намагається дати відповідь на поставлені запитання і робить спроби аргументувати положення роботи.
	5	Студент демонструє задовільні знання з теми виконання роботи, але не може впевнено й чітко відповісти на додаткові запитання членів комісії, та належно обґрунтувати положення роботи.

8. Критерії оцінювання результатів навчання

Практичні роботи

№№ змістового модуля і теми		Вид роботи	Кількість балів
1	2	3	4
ЗМ 1	Т1-6	ПР № 1, ЛР № 1	7,5
		ПР № 2, ЛР № 2	7,5
		ПР № 3, ЛР № 3	7,5
		ПР № 4	5
		Модульна контрольна робота	5
ЗМ 2	Т7-15	ПР № 5, ЛР № 4	7,5
		ПР № 6, ЛР № 5	7,5
		ПР № 7, ЛР № 6	7,5
		Модульна контрольна робота	5
Підсумковий контроль		Екзамен	40
Сума			100

9. Засоби навчання

Технічні засоби навчання: мультимедійний проєктор, персональні комп'ютери з підключенням до мережі Інтернет.

При проведенні занять за дистанційною формою навчання (у період карантину) використовуються дистанційні платформи й інформаційно-комунікаційні технології (Moodle, Google Classroom, DingTalk, ZOOM Cloud Meetings, Skype, Viber, WeChat, Telegram, соціальні мережі тощо).

10. Рекомендовані джерела інформації

1. Герасимов Г.Г. Нагнітачі та теплові двигуни: Навчальний посібник. – Рівне: НУВГП, 2012. – 552 с.
2. Чепурний М. М., Резидент Н. В. Нагнітачі та теплові двигуни: навч. посіб. – Вінниця: ВНТУ, 2012. – 99 с.
3. Холоменюк М.В. Компресорні установки [Текст]: навч. посібник / М.В. Холоменюк – Д.: Національний гірничий університет, 2013. – 51 с.
4. Ніколова Р.О. Гідравлічні та аеродинамічні машини. – Одеса: ОДАБА. 2006. – 210 с.
5. Навчально-методичний посібник по курсу: «Нагнітачі та теплові двигуни». Укл.: Ільїн С.В. – Запоріжжя, 2016. – 220 с.
6. Герасимов Г. Г. Гідравлічні та аеродинамічні машини: підручник / Г. Г. Герасимов. – Рівне: НУВГП, 2008. – 241 с.
7. Мелейчук С. С., Арсеньєв. В. М. Монтаж, експлуатація, обслуговування холодильних і теплонасосних установок. Навчальний посібник. – Суми: Сумський державний університет. 2011. – 183 с.
8. Моря А.А. Спіральні компресори. Методичні вказівки / Моря А.А., Шагін О.В. Миколаїв: УДМТУ, 2004. Кафедральне видання.
9. Холоменюк, М.В. Насосні та вентиляторні установки [Текст]: навч. посібник для студ. вищих закл. освіти / М.В.Холоменюк – Д.: Національний гірничий університет, 2005. – 330 с.

Інформаційні ресурси в Інтернет

1. Законодавство України / [Електронний ресурс]. URL: <http://www.rada.kiev.ua/>
2. Державна служба статистики України / [Електронний ресурс] URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
3. Банк патентів України [Електронний ресурс]. URL: <http://www.uapatents.com/>
4. Національна бібліотека ім. В. І. Вернадського [Електронний ресурс] URL: <http://www.nbuv.gov.ua/>
5. Херсонська обласна універсальна наукова бібліотека ім. Олеся Гончара [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.lib.kherson.ua>.

6. Електронний ресурс розміщений в цифровому депозитарії / URL:
<http://www.ep3.nuwm.edu.ua/>

Розробник:

к.т.н., доцент

кафедри теплотехніки ХННІ НУК



В.С. Самохвалов

Контрольні питання

1. Принцип дії нагнітальних машин. Класифікація.
2. Області застосування нагнітальних машин. Вимоги. Короткий історичний огляд. Перспективи.
3. Схема поршневого компресора, основні елементи.
4. Процеси, які здійснюються в компресорі. Індикаторна діаграма.
5. Коефіцієнт подачі та його складові.
6. Схема, склад та принцип дії гвинтового компресора.
7. Внутрішній та зовнішній стиски. Індикаторна діаграма.
8. Схема та принцип дії струминної нагнітальної машини.
9. Ежектори та інжектори. Основні технічні дані.
10. Схема, склад та принцип дії спірального компресора.
11. Змащення спіральних компресорів. Області застосування.
12. Схема, склад та принцип дії платівчатого компресора.
13. Розширювальні машини. Принцип дії.
14. Принцип дії ротаційних машин.
15. Осьові нагнітальні машини. Схема, склад та принцип дії. Методика розрахунку.
16. Особливості осьових вентиляторів та насосів.
17. Турбодетандери. Схема, склад та принцип дії.
18. Склад, основні елементи та принцип дії відцентрової машини.
19. Характеристика основних елементів (робочі колеса, дифузори, тощо).
20. Рівняння напору відцентрового компресора, його складові.
21. Методика розрахунку відцентрового компресора.
22. Відмінність вентиляторів та насосів від компресорів та нагнітачів.
23. Методика розрахунку відцентрового вентилятора.
24. Області застосування відцентрових вентиляторів та насосів.
25. Регулювання дроселюванням за виходу зміненням частоти обертання колеса, поворотними дифузорами, вхідним поворотним направляючим апаратом.